

# A feltalálói mobilitás vizsgálata az Egyesült Államokban

Kiss István Márton<sup>1</sup> –Buzás Norbert<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Interdiszciplináris Tudásmenedzsment Kutatóközpont

<sup>2</sup> Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Egészség-gazdaságtani Intézet

Jelen tanulmány az Egyesült Államok kutatói mobilitásának hálózatát vizsgálja szabadalmi dokumentumok elemzése segítségével 1999 és 2010 között. Célunk a kutatók mobilitása által létrejövő szervezetek közti hálózat koherenciájának, alapvető tulajdonságainak, és a hálózatban fellelhető közösségeknek a vizsgálata. Mivel a mobil feltalálók által megvalósított tudásáramlás az egyik leghatékonyabb módja a szervezetek közötti tudáscserének, ezért az általunk elemzett mobilitási hálózatra tekinthetünk úgy, mint az Egyesült Államok innovatív vállalatai, egyetemei és állami intézményei között végbemenő tudástranszfer hálózatának egy a esetére. Vizsgálatunk során feltártuk a hálózat alapvető jellemzőit, mint a kisvilág tulajdonságot, a skálafüggetlen fokszámoszlást, a hálózat központi szereplőinek kilétét, illetve a hálózatban jelenlévő szervezetek között kialakuló közösségeket. Mindemellett eredményeink alapján kimutathatóvá vált a tudásáramlás rendszerében rejtőző központi mag, amely a legnagyobb hálózati hatalommal rendelkező szereplők sűrűn kapcsolat alrendszere, és amely lehetővé teszi az alrendszer tagjai számára a tudás hatékony abszorpcióját, illetve annak egymás közti megosztását. Ezt a központi magot alapvetően számítástechnikai, félvezetőgyártó-vállalatok, illetve az Egyesült Államok vezető egyetemei alkotják, az USA haditengerészettel kiegészülve.

*Kulcsszavak: mobilitás, tudástranszfer, szabadalom, innovációs hálózatok*

**Köszönetnyilvánítás:** A kutatás elkészítését a „Harmadik generációs összehangolt szolgáltatási portfólió és irányítási rendszer kialakítása, valamint stratégiai jellegű optimalizálás megvalósítása közösségítépusú felsőoktatási együttműködés formájában Dél- Kelet Magyarországon” című TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0004 számú pályázat tette lehetővé.

## The mobility network of US inventors

This study presents the basic features and community structure of the mobility network of US inventors between 1999 and 2010, based on an analysis of patent documents. Since mobile inventors have proved to be among the most effective knowledge mediator entities, this mobility network can be seen as the knowledge diffusion network among innovative companies. During the investigation, we identify the basic features of the network, such as the small world property and scale-free degree distributions, and we also demonstrate the central nodes, community structure, and hidden core of the network. Our results indicate that there is a small number of nodes that can effectively absorb knowledge from the network and pool it. We also find that this core mostly consists of IT and semiconductor companies as well as the greatest universities in the USA.

*Keywords: mobility, knowledge transfer, patent, innovation networks*

**Acknowledgements:** This study was supported by the European Social Fund through project (grant no.: TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0004).

## 1. BEVEZETÉS

A fejlett és iparosodott gazdaságokban a növekedés körülbelül 50%-áért az innováció és az innovatív technológiák a felelősek, míg vállalati szinten pozitív irányú korreláció mutatkozik az innovatív gondolatok által alkotott szellemi javak és szabadalmak portfóliója, valamint az adott szervezet sikeressége között (Gassman - Bader 2006). Az innovativitáshoz szükséges feltalálói kreativitás és tudás birtoklása ezért alapvető fontossággal bír az innovációs versenyben lépést tartani kívánó vállalatok számára. Az innovativitás mérésének egyik legelterjedtebb módszere a szabadalmi portfólió elemzése, hiszen az Egyesült Államokban a vállalatok piaci értékének mintegy kétharmada azok szabadalmi jogaihoz és védjegyeihez köthető (Shapiro - Pham 2007). Habár a szabadalmak biztosítják a benne foglalat technológia feletti rendelkezési jogot, a technológiák megalkotásához szükséges szellemi tőke áramlása több csatornán keresztül is megtörténhet. Ezek lehetnek a gazdaság szereplői közötti kutatás-fejlesztési megállapodások, de lehetnek akár a feltalálók közötti informális baráti vagy kollegiális kapcsolatok is (Freeman 1991; von Hippel 1987; Powell - Grodal 2005). A feltalálói mobilitás is az egyik lehetséges, és egyben leghatékonyabb módja az innovatív tudás áramlásának (Breschi - Lissoni 2009).

Tanulmányunkban az Egyesült Államok területén élő kutatók mobilitási hálózatát vizsgáltuk 1999 és 2010 között. A mobilitás detektálását szabadalmi adatok elemzésén keresztül végeztük el, oly módon, hogy a kutatók által szabadalmaztatott technológiák szabadalmi dokumentumain szereplő jogosult vállalatok, egyetemek vagy állami intézmények kilétének időbeli változását tekintettük a mobilitás indikátorának. Ez lehetővé tette számunkra, hogy a feltalálók vándorlása segítségével felrajzoljuk a szervezetek közti tudásáramlás hálózatát, és vizsgálhatóvá tegyük az Egyesült Államok koherens tudásáramlás térképét.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A gazdaság vállalati és nemzeti szintű teljesítménye egyaránt nagyban függ a tudás előállítását végzők bázisának nagyságától, amely tudás a szellemi tulajdon olyan formáiban testesül meg, mint a szabadalmak, szoftverek, vagy akár a vállalati struktúrák (OECD). Az Egyesült Államok területén például a szellemitulajdon-intenzív ágazatok a GDP 34,8%-át állították elő, és 40 millió embernek adtak munkát 2010-ben, miközben a válság utáni tendenciák alapján ennek a szektornak a gazdasági súlya egyre csak nő (USPTO). Az ezekben az ágazatokban előállított javak leginkább is szabadalmak és védjegyek formájában manifesztálódnak (Shapiro - Pham 2007). A szabadalom biztosítja egy technológia kereskedelmi kihasználásának jogát annak birtokosa számára, ugyanakkor nyilvános mivoltából kifolyólag informálja is a piacot a benne foglalt technológia újdonság természetéről (Granstrand 1999). Annak ellenére, hogy adott technológia kodifikált tudássá tehető, és a konkurencia kizárható annak hasznosításából, az innovációkat létrehozó szellemi tőke, és az új technológiák létrehozásának potenciálja már nem köthető ilyen könnyen helyhez. Sőt, az innovativitáshoz szükséges tudásbázis megosztása, és közös felhasználása olyan fejlesztési lehetőségeket nyit meg az együttműködésben részt vevő vállalatoknak, amelyek az atomizált szereplők számára elérhetetlenek lennének a szervezeten belüli tudás korlátozottsága végett (Penrose 1953). Ez a közös tudáslétrehozás és -hasznosítás az innovációs hálózatokban képes végbemenni.

Ezek a hálózatok teszik lehetővé a széles tudásbázis rekombinációját, valamint a technológiák fejlesztési költségeinek és a bevezetési kockázatainak a megosztását, és racionális keretek között tartását (Freeman 1991; Knell 2011). Az innovációs hálózatok egyik a formáját a formális hálózatok képezik, amelyek leggyakrabban a kutatási együttműködések, a közös tulajdonú vállalatok, vagy a licencia szerződések képében öltenek testet (Knell 2011). Lényegük, hogy a piaci szereplők szerződéses keretek között összehangolják erőforrásaikat egy bizonyos kutatási/innovációs cél elérése érdekében (Freeman 1999). Az informális hálózatok ezzel szemben, mint ahogyan a név is mutatja, nem deklarált módjai az együttműködésnek, amelyek például a feltalálók személyes ismeretségén, szakmai szervezetekhez tartozásán keresztül biztosítják a tudás vállalatok közti áramlását, gyakran támogatva vagy megalapozva a formális együttműködések rendszerét (Powell - Grodal 2005). Habár mindkét típusú hálózat a tudás rekombinációját, a közös tudásbázis kialakítását, és ezen keresztül a szervezetek közti tudástranszfert támogatja, a vállalatoknak nagyon gyakran mégis szembe kell nézniük az útfüggőség korlátozó hatásával, miszerint hatékonyan csak olyan tudást képesek felszívni és alkalmazni, amely egyébként is közel esik saját, már meglévő technológiai ismereteikhez (Rosenkopf - Almeida 2003). A bevezetésben felvázolt kutatási koncepció alapján, a szabadalmi adatok segítségével meghatározott kutatói mobilitást az informális innovációs hálózatok egyik alesetének tekintjük, hiszen ebben az esetben a mobilitáson keresztül valamely szervezet által használt tudásbázis egy része elérhetővé válik egy másik szervezet számára, megteremtve ezzel a tudás rekombinációjának és az új tudás előállításának lehetőségét.

Számos tudományos eredmény vizsgálta a kutatói mobilitás tudásáramlásban betöltött szerepét és jelentőségét. Rosenkopf és Almeida (2003) rámutat, hogy a kutatói mobilitás szignifikánsan fokozza a vállalatok közti tudástranszfert, míg a stratégiai szövetségek esetében ilyen hatás nem mutatható ki. A képzett munkaerő elvándorlása fokozza a kibocsátó vállalkozás csődjének kockázatát, míg a befogadó cég esetében fontos fejlődési potenciált biztosít (Phillips 2002). Új alapítású és gyenge piaci beágyazottsággal rendelkező vállalatok szintén rutinos kutatók és menedzserek elcsábításán keresztül képesek növelni versenyképességüket (Rao - Drazin 2002). A kutatói mobilitás azért képes ilyen jelentős hatást kifejteni a vállalatok működésére, mert a mobilitás során a feltalálók nem csak technikai tudásukat, hanem társadalmi tőkéjüket, valamint a vállalati rutinokkal és jó gyakorlatokkal kapcsolatos tudásukat is elviszik új munkahelyükre (Pennings - Wezel 2007). Breschi és Lissoni (2006) eredményei alapján a vállalatok közti tudás áramlása annál könnyebben megy végbe, minél több direkt és indirekt kapcsolat található a kutatóik között, hiszen minél nagyobb és kiterjedtebb egy kutató kapcsolati tőkéje, annál könnyebben képes külső forrásból tudást és ötleteket bevonni. Ezeket a kritikus jelentőségű ismeretségek pedig a mobil kutatók képesek a leghatékonyabban megteremteni azáltal, hogy szervezetről szervezetre vándorolva építik a szakmai és személyes kapcsolataikat más feltalálókkal (Breschi - Lissoni 2006).

A mobilitás azonban nem csak a vállalatokra, magukra a kutatókra is nagy hatással van. Egyrészt a növekvő vállalati méret növeli a feltalálók produktivitását, és csökkenti a további mobilitási hajlandóságukat a rendelkezésre álló kutatási források növekedéséből, és a vállalati csőd kockázatának csökkenéséből kifolyólag (Hoisl 2007; Kim et al. 2004). A kutatói produktivitás szintén növekszik, ha az új munkahely tudásbázisa messze esik a kutató által képviselt tudástól, azaz ha a mobilitás kevésbé útfüggő vállalat irányába

történik, ahol a feltaláló tudása unikális a meglévő tudásbázishoz képest (Song et al. 2003).

A fenti megállapítások a kutatói mobilitással kapcsolatban nagyon gyakran szabadalmi adatok elemzése révén születtek meg, amelyek alkalmasak a kutatók és a vállalatok produktivitásának és innovativitásának mérésére. Breschi és Lissoni (2009) a mobil feltalálókat szintén a változó vállalati jogosultsággal bejegyzett szabadalmak elemzésén keresztül azonosítja. Miguelez és Fink (2013) szintén ezzel a módszerrel mérte a nemzetközi agyelszívás jelenségét a PCT rendszer adatbázisának felhasználásával.

### 3. KUTATÁSI KONCEPCIÓ ÉS MÓDSZERTAN

Ahogy a szakirodalmi áttekintés során láthattuk, a tudásjavak gazdaságban betöltött szerepe igen jelentős, és egyre növekszik. Az ilyen típusú javak egyik legmarkánsabb képviselője, amely egyben az innovativitás egyik legfontosabb mérőszáma is, a szabadalmi portfólió. A szabadalmakat létrehozó kutatók ugyanakkor mobilitásukon keresztül képesek tudásukat, tapasztalatukat és kapcsolati tőkéjüket más cégeknél kamatoztatni, amelynek segítségével a szervezetek közti tudásáramlás egyik legfontosabb csatornáját teremti meg.

Kutatásunk alapvető módszertana a társadalmi kapcsolatháló-elemzésen alapul. Kapcsolathálóként értelmezzük a pontok és az azokat összekötő élek olyan halmazait, ahol a pontok a társadalom bizonyos szereplőinek, az élek pedig a közöttük értelmezett kapcsolatnak felelnek meg (Wasserman - Faust 2009). Esetünkben a hálózat pontjai azok az Egyesült Államok területén szabadalmat benyújtó kutatók munkáltatói, akik jogosultak a munkavállalók által létrehozott szellemi javak (szabadalmak) használatára. A pontok közötti éleket a kutató munkahelyváltása hozza létre, amely egyben a két pont közötti tudásáramlást is reprezentálja. A mobilitás és tudásáramlás általunk értelmezett hálózata irányított és súlyozott éleket tartalmaz. Irányított, mivel definiálni tudjuk, hogy a tudás mely szervezettől mely szervezet felé irányul, és súlyozott, hiszen azt is mérjük, hogy egy élen hány kutató vándorolt az adott vállalatpáros között. Az egy élen elmozduló kutatók száma adja az adott él súlyának értékét.

Vizsgálatunk során Breschi és Lissoni (2009) módszertani alapvetéséből indultunk ki, amely szerint az egyes kutatók időben egymás után következő szabadalmi bejegyzéseinek a szabadalomra jogosult vállalatok kilétének változása lehetőséget teremt a kutatók mobilitásának nyomon követésére, amelyen keresztül a szervezetek közti tudásáramlás egyik legjelentősebb aspektusát vagyunk képesek vizsgálni. Elemzésünk a Lai et al. (2011) által, az NBER<sup>16</sup> és az USPTO<sup>17</sup> adatain alapuló, tisztított és egyértelműsített adatbázisán alapul. Ez az adatbázis az Egyesült Államokbeli 1975 és 2010 közötti szabadalmi bejegyzések alapján, saját fejlesztésű klasszifikációs algoritmussal egyértelműsítette a feltaláló-szabadalom párokat, amely eredményeként létrejövő adatbázis egyedi azonosítókat rendelt el a kutatókhoz. Ez lehetővé tette, hogy sokkal nagyobb biztonsággal tudjuk megmondani, hogy a magas fokú név és lakhely azonosság mellett mely kutató mely szabadalmat jegyezte, valamint mely szervezet a jogosult annak hasznosítására. A szóban forgó egyértelműsített adatbázis eredetileg a kutatók közötti

---

<sup>16</sup> <http://www.nber.org/>

<sup>17</sup> <http://www.uspto.gov/>

közös szabadalmi tevékenység (*co-patenting*) hálózati vizsgálatára alkalmas adatokat tartalmazta, amely hálózatban a pontokat a kutatók, az élek pedig a közös szabadalmi bejegyzések reprezentálták. A pontokhoz tartozó attribútumok alapján azonban tartalmazták a kutató lakhelyét, valamint a szabadalom használatra jogosult szervezeteket is. Az eredeti adatbázis hároméves időintervallumokban tartalmazta a kutatók közötti kooperációt (pl. 1975 és 1977 között, vagy 2008 és 2010 között). Ha a hároméves időperiódus alatt változott az adott kutató lakhelye, vagy az általa létrehozott szabadalom jogosultjának kiléte, a következő hároméves periódusban változatlan azonosítóval, viszont új attribútumokkal szerepel az adatbázisban. Ez adta számunkra az ötletet, hogy a meglévő adatbázist átalakítva a feltalálói attribútumként szereplő szervezeteket tekintsük az új hálózat pontjainak, és a hálózatok közti kutatói mobilitást pedig a pontokat összekötő éleknek. Egy példával élve az alábbi módon reprezentálhatjuk a régi és az új adatok egymáshoz való viszonyát: John H. Smith 1999-ben szabadalmaz egy informatikai eljárást a Microsoftnál, ha azonban munkahelyváltás miatt a következő szabadalma 2003-ban már az Apple-nél születik meg, akkor ez az eredeti adatbázisban az adott kutató attribútumának megváltozásában fog jelentkezni a hároméves adatszeletek között. Az általunk definiált adatbázisban azonban ez a Microsoft és az Apple pontok között fog egy egyes súlyú élt keletkeztetni. Az általunk vizsgált időhorizont 1999 és 2010 közé esik. Ez négy adatszelet összehasonlításával jött létre.

#### 4. A HÁLÓZAT JELLEMZŐI

A teljes adatbázis 69 253 olyan vállalatot tartalmaz, amelyek jogosultként voltak feltüntetve a vizsgált időszakban legalább egy olyan szabadalmi dokumentumon, amelyet az Egyesült Államok területén élő kutató nyújtott be. Ebből 28 695 olyan vállalatot, egyetemet vagy állami szervet találtunk, amely érintett volt a kutató mobilitásban, azaz vagy kutató vándorolt el, vagy kutató érkezett, vagy mindkét esemény lezajlott az adott szervezet életében. Közöttük 50 170 olyan kapcsolat létesült, amelyet a kutatók mobilitása hozott létre. Ennek megfelelően a tudásáramlás hálózata extrém módon ritka hálózatnak minősül, hiszen mindösszesen a lehetséges utak – azaz egy tökéletes kapcsolat hálózat élei számának – csupán 0,01%-a épült ki a pontok között. Az éleken összesen 83 640 kutató mobilitását figyeltük meg.

Annak ellenre, hogy a hálózat ennyire extrém módon ritka élstruktúrával rendelkezik, meglepően koherensnek bizonyult annak legnagyobb komponense. Az összes pont 73%-a, azaz 20 998 szervezet tartozik a hálózatban megfigyelhető legnagyobb komponenshez, amelyek között 45 707, a megfigyelt összes kapcsolat 91%-a található. Ez a komponens tekinthető tehát a tudásáramlás központi színtérének, ahová a kutatói mobilitásban érintett szervezetek háromnegyede csatlakozik, és amely az összes kutatói mobilitási útvonal több mint 90%-át tartalmazza. Ez a hálózat reprezentálja a vállalatok, egyetemek és más szervezetek feltalálói tudásért folytatott versengését, és amely vizsgálata annak rendszerszintű tulajdonságait képes feltárni. Olyan színtere ez a tudáscserének, amelyben a tudás felhalmozódása és rekombinációja egyaránt végbemegy. Az itt keletkező intellektuális és kapcsolati tőke azok számára a vállalatok számára érhető el akár a legkisebb mértékben is, amelyek legalább egy kutató mobilitásán keresztül csatlakoznak a tudásmegosztás eme platformjához. Fentiek alapján tehát kijelenthető, hogy létezik a formális kutatási megállapodások és stratégiai szövetségek, vagy éppen az iparági konkurenciával szemben vívott harcok színfala mögött egy informális, rejtett

tudástranszfer hálózat, amely magában foglal az Egyesült Államok területén működő több mint húszezer vállalatot. Ennek a hálózatnak a léte természetesen számos kérdést felvet. Elsőként azt a kérdést, hogy ez a hálózat mennyire effektív a tudás rekombinációja és áramlása szempontjából? Azaz feltárhatóak-e a hálózatban olyan tulajdonságok, amelyek alapján elmondhatjuk, hogy a benne vándorló kutatóknak és, az általuk képviselt tudásnak ténylegesen lehetősége van hálózati hatások létrehozására? Másrészt pedig az egy szintén lényeges kérdés, hogy a hálózat strukturálásában milyen szervező elvek képesek a hatásukat érzetelni?

Legelső, a hálózat alapvető tulajdonságairól és effektivitásáról szóló kérdés megválaszolásához több hálózati paraméter vizsgálata szükséges. A hálózat átmérője - azaz a két legtávolabbi pontja közötti legrövidebb távolság - 17 lépésnyi, azonban annak karakterisztikus úthossza csupán 4.81. Ez utóbbi érték azt reprezentálja, hogy az összes lehetséges pont közti legrövidebb utak számának átlaga nem éri el az ötöt. Hogy jobban megértsük a gráf eme tulajdonságát, vegyük alapul Stanley Milgram (1967) kis világ kísérletét. Ő véletlenszerűen kiválasztott embereket kért meg arra, hogy szintén véletlenszerűen kiválasztott, ám távoli tagállamokban élő embereknek juttassanak el úgy leveleket, hogy kizárólag személyes ismerősüknek küldhetik el azt, és kérhették meg arra, hogy próbálják meg az ő ismerőseiken keresztül célba juttatni, és így tovább. A kísérlet során Milgram azt tapasztalta, hogy az Egyesült Államok területén élők átlagban hat lépésen keresztül tudták célba juttatni az üzenetet, azaz két véletlenszerű amerikai állampolgár jellemzően hat kézfogáson keresztül ismeri egymást. Habár egyáltalán nem valószínű, hogy a levelek mindig a két kísérleti személy közötti utak közül a legrövidebben találtak célba, azonban a XXI. Század információs technológiája segítségével a Twitter közösségi média vizsgálatával már pontosabban meg lehetett mérni a felhasználók közti átlagos úthosszt, ami 4,12-nek bizonyult (Kwak et al 2010). A milgarmi kísérletnél tehát rövidebb, a szabadon szerveződő közösségi médiánál éppen hogy csak tizedekkel nagyobb átlagos úthossz jellemzi az innovatív szervezetek tudásáramlásának hálózatát. A vállalatok tehát a tudásáramlás kutatói mobilitáson keresztüli lebonyolítását hasonló hatékonysággal végzik, mintha csak az egyének között létrejövő spontán kommunikációs és ismeretségi hálózatot figyelnék meg.

A másik fontos tulajdonsága a hálózatnak a fokszámeloszlás, azaz annak a jellemzése, hogy a gráf pontjai között hogyan oszlanak el az élek. Ha a fokszámeloszlás normális eloszlást követ, akkor a hálózat jellemezhető egy átlagos értékkel, hogy a pontok hány más ponttal tartanak fent közvetlen kapcsolatot. Ezekben a hálózatokban az átlagtól való eltérés esetében nagyon ritkán figyelhetünk meg szélsőségesen magas vagy alacsony értékeket. Ezzel szemben, ha az élek eloszlása hatványeloszlást követ (azaz a gráf skála-független), a hálózat pontjainak tekintélyes része 1, míg egy szűk hányaduk – a hálózat sűrűségétől és a pontok számától függően – extrém nagy (akár ezres vagy milliós) kapcsolatot birtokol. (Barabási 2011)

Lévén hálózatunk irányított, ezért a be-fokok (más szervezetekkel való kapcsolatok, akikről kutató érkezik) és a ki-fokok (más szervezetekkel való kapcsolatok, akihez kutatók távoznak) esetében is meg kell vizsgálnunk az eloszlásfüggvényeket. A mobilitási hálózat vizsgálata során mind két esetben hatványtörvénynek engedelmeskedő kapcsolati eloszlásokat tapasztaltunk.

A be-fokok esetében 8 153 szervezet csupán egy másik szervezettől érkező kutatóval vagy kutatókkal gazdagodót, miközben az eloszlásfüggvény másik végén a legtöbb

kapcsolattal rendelkező vállalatok több, mint háromszáz másik vállalattól tudtak feltalálókát toborozni. A hálózat pontjai között tehát óriási az egyensúlytalanság az abszorpciós kapacitás mértékével kapcsolatban. Azok a szervezetek, amelyek extrém sok helyről tudnak tudást bevonni, egyértelműen a tudásáramlás központjainak tekinthetők, akik a legnagyobb haszonélvezői a hálózat létezésének, hiszen a változatos helyekről érkező kutatók nem pusztán sokféle tudást, hanem változatos vállalati kultúrát, és még heterogénebb kapcsolathálót hoznak magukkal.

Habár a tudásáramlásnak ilyen erős szívóhatással rendelkező központjai vannak, a ki-fok eloszlásfüggvény gyakorlatilag ugyanilyen tulajdonságokkal rendelkezik. Ebben az esetben is létezik a vállalatoknak egy széles rétege – számosságában is szinte teljesen megegyező, mint a be-fok esetében – amelyet 8 373 szervezet alkot, és akiktől a vizsgált időhorizonton mindösszesen egy másik vállalat volt képes kutatót elcsábítani. Ezzel szemben akadnak olyan vállalatok, amelyekből háromszáznál is több más szervezet tudott tudást elvonni.

A ki- és a be-fok közötti együttjárást tesztelő lineáris regresszió 99%-os konfidencia intervallum mellett  $R^2 = 0,815$ -ös erősségű, 1-es meredekségű lineáris kapcsolatot jelzett. Ennek értelmében a be-fok növekedésével egyenesen arányosan nő a ki-fok is, tehát azok a szervezetek, amelyek képesek másoktól kutatókat elvonni, jellemzően ugyanennyi másik cég számára kénytelenek maguk is kutatókat közvetíteni. Ez a szigorú lineáris kapcsolat igaz a fokszámoszlás függvény nagyobb- és nagyhatalmú tagjaira, tehát ez esetben a központi szervezetei a hálózatnak nem pusztán agyelszívó hatást képesek kifejteni, hanem nagyon fontos forrásai is a hálózatban végbemenő tudásáramlásnak. Ne feledjük el, amit a központok szerepéről a korábbiakban mondtunk: az itt „találkozó” kutatók diverzifikált tudás és társadalmi tőkével érkeznek ezekbe a centrumokba, amelyek kiváló platformot jelentenek ezeknek a tőke javaknak a rekombinációjára. Ez természetesen az adott központok számára egy innovációs többlet jelent, de onnantól kezdve, hogy a központok körülbelül annyi helyre bocsátanak ki kutatókat, mint ahonnan bevonnak, fontos szerepet játszanak a bennük kialakuló intellektuális és kapcsolati tőke hálózati szintű terjesztésében is.

Pusztán a foksám centralitások alapján azonban nem állíthatjuk egyértelműen, hogy ez a tudás rekombinációs hatás minden esetben a hálózat olyan részében megy végbe, ahonnan hatékonyan eljut a tudás periférikusabb területekre is! Más szóval, bizonyítanunk kell, hogy a nagy foksámú szervezetek olyan pozíciókat foglalnak el a hálóztaiban, amely minden szereplőhöz „elég közel” van, valamint az itt képződő tudás széles rétegek, és nem csak kiválasztott kevesek számára válik elérhetővé. Az információs hálózatokban központi szerepet betöltők azonosítására fejlesztették ki a közbeesési centralitás mutatóját, amely annak a mértékét adja meg, hogy adott pont hányszor esik az összes más pont közötti legrövidebb utakra, azaz a hatékony kommunikációs csatornáknak milyen gyakran képezi részét (Freeman 1979). Ha Granovetter (1973) klasszikus művére gondolunk, akkor a nagy közbeesési mértékkel rendelkező pontjai egy ismeretségi hálózatnak azok, akik a klikkek közötti gyenge kapcsolatokat alkotják, és az egyébként izolált világokat képesek összekötni. Az általunk vizsgált rendszerben is alkalmazható ez a mérőszám, hiszen minél magasabb ez az érték egy szervezet esetében, az annál fontosabb láncszem a tudásáramlás hálóztaiban, annál jobban képes hidat verni a különböző (földrajzi, technológiai) okok miatt elkülönülő iparágak szereplői közé, és annál fontosabb a szerepe a tudás és a kapcsolatok kombinálásában. Hálózatunkban a közbeesési centralitás és a foksám eloszlások értékei közötti lineáris együttjárás  $\square=0,01$  szinten szignifikáns, és kifejezetten

erős, mivel a Pearson-féle korrelációs együttható értéke 0,94 a ki-fok és a be-fok esetében egyaránt. Ennek értelmében a magas fokszámmal rendelkező szervezetek nem csak klikkeken belül képesek a tudás áramoltatására, hanem hálózati szinten is a tudásáramlás legfontosabb mediátorainak tekinthetők. A legnagyobb fokszámokkal és közbeesési értékekkel rendelkező pontjait a hálózatnak az 1. Táblázat tartalmazza.

5. Táblázat A hálózat 25 legközpontibb szervezete

Név	Be-fok rang érték	Ki-fok rang érték	Közbeesési rang érték
IBM	1	1	1
US NAVY	2	2	2
MICROSOFT	3	8	5
INTEL	4	4	4
GENERAL ELECTRIC	5	6	7
HEWLETT PACKARD	6	5	3
UNIVERSITY OF CALIFORNIA	7	3	6
CISCO TECHNOLOGY	8	10	10
HONEYWELL INTERNATIONAL	9	13	8
BROADCOM	10	34,5	27
APPLE	11	53,5	25
3M INNOVATIVE PROPERTIES	12	19	11
TEXAS INSTRUMENTS	13	12	12
MOTOROLA	14,5	7	9
QUALCOMM	14,5	59	36
BOEING	16	41,5	15
E I DU PONT	17	21,5	13
APPLIED MATERIALS	18,5	15	18
PROCTER & GAMBLE	18,5	16	14
BOSTON SCIENTIFIC SCIMED	20	43	22
BRISTOL MYERS	21	29	26
MIT	22	11	16
UNIVERSITY OF TEXAS	23	24	20
MICRON TECHNOLOGY	24	30	38
STANFORD UNIVERSITY	25	24	32

*Forrás:* saját szerkesztés

A táblázatban található vállalatok az egyébként is szellemi tulajdon-intenzív iparágak – IT, félvezetőgyártó, és a gyógyszeripar (Shapiro - Pham, 2007) – vezető hatalmai. Az IT-ipar szoftver- és hardvergyártóinak előkelő helye mindenképpen szembetűnő, mint ahogyan az is, hogy a haditengerészet és négy nagy USA-beli egyetem is a legközpontibb 25 szervezet között található.



## 5. KÖZZÖSSÉGEK ÉS KÖZPONTI MAG A TUDÁSÁRAMLÁS RENDSZERÉBEN

Az előző fejezetben megvizsgáltuk a hálózat alapvető jellemzőit. Az alábbiakban annak közösségeit és központi magját igyekszünk pontosabban megismerni.

Közösségeknek<sup>18</sup> tekinthetjük a hálózat pontjainak olyan részhalmazait, amelyek tagjai egymással gyakran lépnek interakcióba, míg más közösségek tagjaival ritkán, és ennek a kapcsolati struktúrának valamilyen mögöttes szervezőelv a magyarázója (Fortunato 2010). Ahhoz, hogy eldönthessük, hogy egy hálózat tartalmaz-e közösségeket, a *modularitás* mérőszámához kell fordulnunk. A modularitás 0 és 1 közötti értéket vehet fel, amely méri, hogy egy hálózat mennyire erős közösségstruktúrát rejt magában. A 0-hoz közeli értékek esetében a hálózat úgy épül fel, mintha véletlenszerűen kapcsolódnának egymáshoz annak pontjai, míg az 1-es érték a tökéletes klaszterezettséget jelzi, amely esetében a közösségek egymástól teljesen izoláltak (Fortunato 2010; Newman - Girvan 2004). Az empirikusan megfigyelhető hálózatok jellemzően 0,3 és 0,7 közötti modularitás értéket vesznek fel. Az általunk vizsgált hálózat modularitás értéke 0,72, ami azt jelenti, hogy a hálózat jól klaszterezhető, és kifejezetten erős közösségi struktúrával rendelkezik. A közösségek meghatározásához a Clauset et al. (2004) által javasolt *fastgreedy* algoritmust használtuk, amely 268 közösséget azonosított a gráfban. Habár a klaszterek száma nagy, azonban a hat legnagyobb közösség a hálózat pontjainak több, mint felét magában foglalja. A könnyű értelmezhetőség kedvéért jelen tanulmány ennek a hat klaszternek az interpretálását végzi el, amelyek adatait - a közösségeket alkotó pontok és élek számát, illetve az adott közösség három legnagyobb fokszámmal rendelkező tagjának nevét - a 2. Táblázat tartalmazza. Jól látható, hogy a klaszterek vezető szervezeteinek kiléte révén megállapítható magának a klaszternek a profilja, és ezen keresztül a hálózat közösségekbe szerveződése mögött rejlő mögöttes elv is.

Az első klasztert a gyógyszeripari vállalatok szervezik, míg a második meghatározó entitásai a háztartási, kozmetikai és divat cégek. A harmadik közösséget az orvostechnológiai vállalatok vezetik. A legnagyobb, és egyben a legsűrűbb belső élstruktúrával rendelkező negyedik közösséget az IT-ipar szoftver és hardver óriásai uralják. Az ötödik klaszter központi szervezetei a haditengerészet és a nagy egyetemek, míg a hatodikban a félvezetőipar legnagyobbjai találhatók.

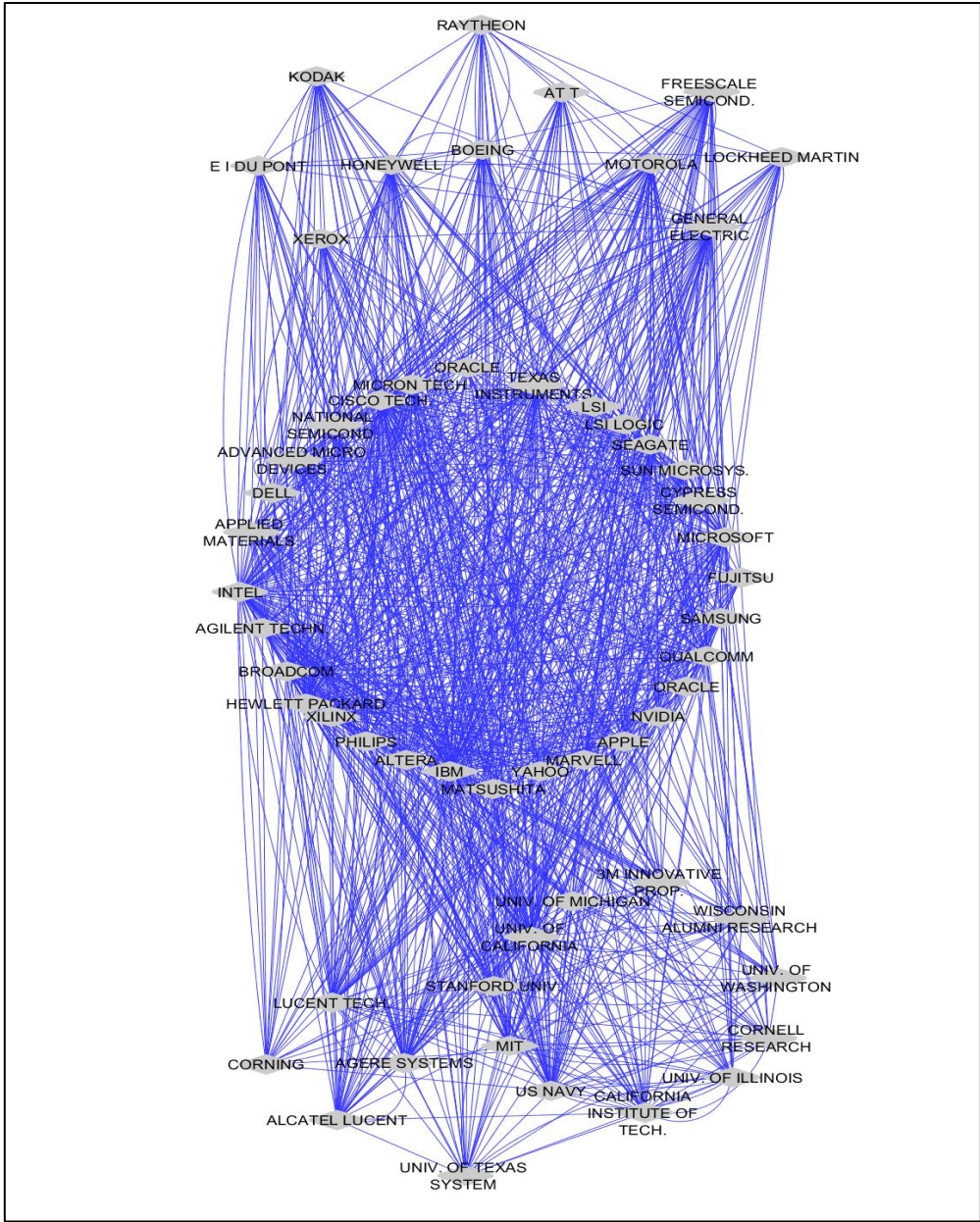
6. Táblázat A mobilitási hálózat hat legnagyobb közössége

Közösség	Pontok száma	Élek száma	Központi szervezetek		
I.	1626	3351	Bristol Meyers	Pfizer	Wyeth
II.	2322	3600	Procter and Gamble	Sunbeam	S C Johnson
III.	1437	2331	Boston Scientific	Medtronic	Ethicon Endo
IV.	2998	6354	IBM	Intel	Microsoft
V.	2252	3685	US Navy	University of California	MIT
VI.	922	1221	General Electric	Motorola	Lockheed Martin

Forrás: saját szerkesztés

<sup>18</sup> Jelen tanulmányban a közösség kifejezés szinonimájaként használjuk a *klaszter* kifejezést.

## 1. Ábra A mobilitási hálózat magja



*Forrás: saját szerkesztés*

Megállapítható tehát, hogy a hálózat erős közösségstruktúrával rendelkezik, amely rendezőelve az iparági különbségek, és jól jellemezhetőek azok legbefolyásosabb szereplőivel. Mivel a modularitási mérőszám a társadalmi rendszerek hálózatai között is extrém erős klaszterezettséget mutat a tudásáramlás rendszerében, ezért feltételezhetjük, hogy a hálózat legtöbb tagját erős útfüggőség jellemzi. Ez az útfüggőség – azaz a bevonható külső tudásbázis korlátozottsága – nyilvánul meg abban, hogy a legtöbb szervezet csak a saját iparágában tevékenykedő vállalatokkal képes tudáscserére, ami a hálózat klikkesedéséhez vezet. Azonban azt is láthattuk, hogy a hálózat átlagos úthossza meglehetősen kicsi, és azt is, hogy a legtöbb kapcsolattal rendelkező vállalatok a tudásáramlás szempontjából kiemelkedően fontos pozíciókat foglalnak el. A látszólagos paradoxon feloldását a hálózat központi magjának vizsgálata teszi lehetővé. A *k-core* a gráf legsűrűbben kapcsolat alrendszere, amely esetében a *shell index* adja meg azt a minimális él számot, amellyel a magban lévő pontok kapcsolódnak egymáshoz (Batagelj - Zaversnik 2002). A tudásáramlás általunk detektált hálózatában ez a *k-core* 58 szervezetet tartalmaz, amelyek *shell indexe* 23. Azaz ebben a magban minden szervezet legalább 23 éllel kapcsolódik más szervezetekhez, miközben a teljes él szám az alrendszerben 1112. A mag az 1. Ábrán látható. Az ábrán a kör alakú elrendezés az adott pontok azonos klaszterhez tartozását reprezentálja. Jól látható, hogy egyértelműen az IT-ipar a hálózat magjának a szervezője, amely tagjai számtalan szállal kapcsolódnak a többi klaszter vezetőjéhez. A tudásáramlás centrumában az IT mellett a nagy egyetemek, és a haditengerészet által alkotott közösség jelenléte a legmarkánsabb. A félvezetőipar nagyjai is jelentős mértékben képviseltetik magukat a *k-core*-ban, miközben a gyógyszerészeti cégek kiszorultak belőle.

Habár a hálózat erős közösségi struktúrával bír, a központi mag a klasztervezetők szűk elitjének egy intenzív tudásmegosztó platformja. A hálózatnak ez az alrendszere felelős egymás tudásbázisának közös használatáért, a tudás rekombinációjáért és az egymás közti folyamatos cirkulálásáért. Ez a mag azonban nem csak a tudás elszívását, és az egymással történő megosztását végzi, hanem fontos tudásközvetítő szerepet is játszik a periférikus területek irányába. Az 1 be-fokkal rendelkező szervezetek 15%-a (1210 szervezet), a 2 be-fokkal bírók 25%-a (705 szervezet) az ebből a mindösszesen 58 szervezetből álló magból csábít el kutatót, míg ez az arány a 3 be-fok esetén már 38% (436 szervezet).

## 6. ÖSSZEGZÉS

Kutatásunk során az Egyesült Államok területén élő kutatók mobilitásának és az általuk véghezvitt szervezetek közötti tudásáramlásnak a hálózatát vizsgáltuk szabadalmi adok felhasználása segítségével 1999 és 2010 között. Eredményeink egy olyan informális innovációs hálózat megismerését tették lehetővé, amely a spontán szerveződő társadalmi hálózatokhoz hasonlatos rövid átlagos úthosszal, hatványeloszlást követő él struktúrával, és erős, iparági elven szerveződő közösség szerkezettel rendelkezik. A hálózat közepén megfigyelhető mag szereplői egyben a közösségek vezető szervezeti is, amelyek az egymás közti aktív tudásmegosztással biztosítják a felhalmozódó tudás rekombinációját, és közös hasznosulását. Ez a mag egyaránt képes a hálózat széles rétegeiből, nagyrészt útfüggő vállalatoktól tudást bevonni, ugyanakkor fontos tudásközvetítő funkciókat is ellát a rendszer periférikusabb területi irányába.

## 7. IRODALOMJEGYZÉK

- Barabási, A. L. (2011): *Behálózva – a hálózatok új tudománya*. Helikon, Budapest.
- Batagelj, V. - Zaversnik, M. (2002): *An  $O(m)$  Algorithm for Cores Decomposition of Networks*. University of Ljubljana, Slovenia. <http://arxiv.org/pdf/cs/0310049v1.pdf>
- Breschi, S. - Lissoni, F. (2006): Mobility of inventors and the geography of knowledge spillovers. New evidences on US data. *CESPRI Working Papers n. 184*
- Breschi, S. - Lissoni, F. (2009): Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. *Journal of Economic Geography*, 1-30. o.
- Clauset, A. - Newman, M. E. J. - Moore, C. (2004): Finding community structure in very large networks. *Physical Review*, 70
- ESA & USPTO (2012): Intellectual Property and the U.S. Economy: Industries in Focus. [http://www.uspto.gov/sites/default/files/news/publications/IP\\_Report\\_March\\_2012.pdf](http://www.uspto.gov/sites/default/files/news/publications/IP_Report_March_2012.pdf)
- Fortunato, S. (2010): Community detection in graphs. Complex Networks and System Lagrange Laboratory. ISI Foundation, Torino, Italy. <http://arxiv.org/pdf/0906.0612.pdf>
- Freeman, C. (1991): Networks of innovators: a synthesis of research issues, *Research Policy*, 20, 499-514. o.
- Freeman, L.C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1, 3, 215-239. o.
- Gassman, O. - Bader, M. A (2006): Intellectual Property Management in Inter-firm R&D collaborations. Institute of Technology Management, Gallen, Switzerland
- Granovetter, M.S. (1973): The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78, 6, 1360-1380. o.
- Granstrand, O. (1999): The Economics and Management of Intellectual Property: Towards Intellectual Capitalism. Edward Elgar Pub., Northampton, MA, USA
- Hoisl, K. (2009): Tracing mobile inventors: The causality between inventor mobility and inventor productivity. *Research Policy*, 36, 5, 615-636. o.
- Kim, J. - Lee, S.J. - Marschke, G. (2004): Research Scientist Productivity and Firm Size: Evidence from Panel Data on Inventors. *Working Paper*
- Knell, M. (2011). Global network of innovators: A synthesis of research issue. *DIME Final conference*, Maastricht
- Kwak, H., & Lee, C., & Park H., & Moon, S. (2010). What is Twitter, a social media or a news media? In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, Raleigh, NC, USA, 591-600. o.
- Lai, R. - D'Amour, A. - Yu, A. - Sun, Y. - Fleming, L. (2011) : Disambiguation and Co-authorship Networks of the U.S. Patent Inventor Database (1975 - 2010). *Harvard Dataverse*, V5. <http://hdl.handle.net/1902.1/15705>
- Migueluez, E. - Fink, C. (2013): Measuring the international mobility of inventors: A new database. *Working Paper No. 8*, World Intellectual Property Organisation
- Milgram, S. (1967): The small-world problem. *Psychology Today*, 1, 61-67. o.
- Newman, M., E. J., Girvan, M. (2004): Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review*, 69
- OECD (2006): Creating value form Intellectual Assets: Meeting of the OECD Council at Ministerial Level 2006. Website: <http://www.oecd.org/sti/inno/36701575.pdf>
- Pennings, M. J. - Wezel, F. C. (2007): *Human Capital, Inter-firm Mobility and Organisational Evolution*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham
- Penrose, E. (1959): *The theory of the growth of the firm*. Oxford University Press, Oxford
- Phillips, D.J. (2002): A Genealogical Approach to Organizational Life or Chances: The Parent-Progeny Transfer among Silicon Valley Law Firms, 1946–1996. *Administrative Science Quarterly*, 47, 474–506. o.
- Powell, W.W. - Grodal, S. (2005): Networks of innovations. in: Fagerberg, J. - Mowery, D.C. - Nelson, R.R. (szerk.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford

- Rao, H. - Drazin, R. (2002): Overcoming resource constraints on product innovation by recruiting talent from rivals: a study of the mutual fund industry, 1986–94. *Academy of Management Journal*, 45, 491–507. o.
- Rosenkopf, L. - Almeida, P. (2003): Overcoming Local Search Through Alliances and Mobility. *Management Science*, 49, 6, 751-766. o.
- Shapiro, R. J. - Pham, N. D. (2007): Economic Effects of Intellectual Property-Intensive Manufacturing in the United States. [http://www.sonecon.com/docs/studies/0807\\_thevalueofip.pdf](http://www.sonecon.com/docs/studies/0807_thevalueofip.pdf)
- Song, J. - Almeida, P. - Wu, G. (2003): Learning-by-Hiring: When is Mobility More Likely to Facilitate Interfirm Knowledge Transfer? *Management Science*, 49, 4, 351-365. o.
- von Hippel, E. (1987): Cooperation between rivals: Informal knowhow trading. *Research Policy*, 16, 291–302. o.
- Wasserman, S. - Faust, K. (2009): *Social network analysis*. University Press, Cambridge